

Théorie Vol à voile

20 Connaissances des planeurs

Complété conformément au plan de formation de l'OFAC

Auteur : Heinz Bärffuss

Edition 1.00

HEINZ BÄRFUSS



Curriculum vitae

Heinz Bärffuss, né le 12.11.1950 à Berne

Jeunesse et écoles à Zürich et Wetzikon

Etude de la musique (flûte traversière) à Zürich avec diplôme de professeur (1972)

Séjours d'étude à Paris, puis diplôme de concert à Zürich (1975)

Enseignement d'instruments de musique dans différentes écoles dès 1970

1975 aménagement d'un studio d'enregistrement mobile

Durant la période d'étude, construction de modèles réduits (chemin de fer et aéronef)

Activité accessoire dans la construction d'orgues à Dietikon ZH et dans le département des instruments à vent chez Musik Hug AG

Formation de pilote de planeurs à Schänis jusqu'à la licence 1972/73, puis interruption pour des raisons personnelles

1978 reprise de la construction de modèles réduits d'aéronef

1982 achat d'un ancien avion en bois (MG 23 SL)

En automne 1982 fin de la formation de pilote de planeurs avec obtention de la licence

1987 achat d'un LS 1f

Durant de longues années, activité de direction dans le groupe de modèles réduits de Hinwil (caissier, président)

Depuis 1984 professeur de construction de modèles réduits à l'école primaire de Hinwil

Durant de longues années chef du matériel du groupe de vol à voile Aarau

Révision complète du MG 23 SL par lui-même

Participation à divers cours de formation (entretien du matériel de vol, ordinateur)

Formation pratique chez Rolladen-Schneider, Egelsbach (réparation et peinture du LS 1f)

Depuis 1988 expert au service de l'OFAC

1990/92 examens pour la licence S+M, et travaux sur planeurs en fibre

1990 début de l'activité de réparateur dans son propre atelier

1992 obtention de la licence d'instructeur de pilote de planeurs

1992 insigne Cor avec 3 diamants

Depuis 2002 coordinateur pour les examens de matériel à la FSVV (délégation par l'OFAC à la FSVV des contrôles périodiques des planeurs et motoplaneurs avec moteur rétractable).

Table des matières

HEINZ BÄRFUSS.....	2
Table des matières.....	3
20.0.1 Nettoyage et hangarage du planeur.....	4
20.0.2 Etude du manuel de vol (AFM) et de la Checklist.....	6
20.0.3 Aménagements et instruments dans le cockpit.....	8
20.0.4 Les différentes parties du planeur.....	10
20.0.5 Moyens de sauvetage.....	12
20.1 Connaissances des commandes, compensateur et aérofreins.....	13
20.2 Construction et montage des instruments, antennes.....	15
20.3 Construction du planeur.....	19
20.4 Train d'atterrissage.....	25
20.5.1 Stabilité du planeur en fonction du centre de gravité.....	26
20.5.2 Chargement et centre de gravité.....	27
20.5.3 Erreur d'indication des instruments.....	27
20.6 Corde de remorquage, fusibles, crochet de remorquage.....	29
20.8 Prescriptions sur l'utilisation des cordes de remorquage.....	31
20.11.1 Variomètre électrique, ordinateur de bord.....	33
20.11.2 Influence de l'altitude sur la vitesse maximale autorisée Vne.....	33
20.11.3 Ballast (eau).....	34
20.12.1 Radio, propagation des ondes électromagnétiques.....	35
20.12.2 Fonctionnement du GPS.....	37
20.13.1 Montage et démontage du planeur.....	38
20.13.2 Transport.....	39
20.13.3 Contrôle périodique du planeur.....	40
20.13.4 Influence de l'humidité.....	43
20.14 Installation d'oxygène.....	44
Bibliographie sommaire.....	45

20.0.1 Nettoyage et hangarage du planeur

Un entretien correct et soigné du planeur fait partie d'une formation de pilote de planeurs couronnée de succès. En effet, il est toujours nécessaire de nettoyer consciencieusement le planeur avant de le ranger dans les hangars.

NETTOYAGE:

Nettoyer la saleté de la partie inférieure du fuselage avec une éponge et de l'eau et le reste du fuselage avec une peau de chamois.

Enlever les insectes sur le bord d'attaque avec une éponge ; en aucun cas utiliser un moyen abrasif (ScotchBrite).

Enlever la poussière sur les ailes avec de l'eau et immédiatement essuyer avec une peau de chamois.

Libérer la cage du train d'atterrissage de la saleté et des brins d'herbe.

Nettoyer le capot avec de l'eau claire et essuyer avec un papier spécial sans peluche. La peau de chamois n'est pas appropriée car elle peut occasionner des rayures.

Enlever la poussière et les herbes à l'intérieur du cockpit.

Enlever les traces de transpiration manuelle sur le manche et les commandes.

L'humidité est le plus grand ennemi du bois et de la fibre: le planeur doit toujours être sec à l'extérieur et à l'intérieur (coussins).

Attention: en lavant trop fréquemment la peinture avec de l'eau, la couche de protection de cire ne fonctionne plus en hiver et les rayons UV peuvent, sans autre, endommager la peinture. Par conséquent, il est préférable d'enlever les traces de saletés et d'insectes sur le bord d'attaque avec du polisch.

Les dommages survenus lors de l'activité de vol doivent être annoncés à la personne responsable afin d'y remédier si nécessaire, ce avant la prochaine utilisation.

Avant d'enlever la batterie, mettre la fréquence 121.5 MHz pour s'assurer qu'un éventuel émetteur de détresse (ELT) ne soit pas actif.

Les batteries enlevées doivent être immédiatement branchées aux chargeurs correspondants.

Attention: les batteries de plomb faiblement chargées perdent rapidement leur capacité. De telles batteries doivent être remplacées assez tôt. De nombreuses radios ne fonctionnent plus correctement lorsque la tension est inférieure à 12 V.

On ne laisse jamais les parachutes par terre. Un parachute humide moisit rapidement et doit être remplacé. Le soir, on suspend le parachute au crochet prévu à cet effet (en fonction des usages internes du club).

HANGARAGE :

Lors du hangarage, il faut faire preuve de beaucoup d'attention. Le planeur est monté sur chariot et dirigé de côté ou en arrière vers sa place réservée. En principe, il faudrait 2 à 3 personnes pour déplacer le planeur de manière à éviter que les bouts d'ailes touchent les portes du hangar, que le gouvernail s'abîme contre le pilier ou qu'il endommage un autre aéronef hangaré. Les opérations ne doivent être dirigées que par une seule personne.

Dans tous les cas, il faut absolument éviter de tirer le planeur par les bouts d'ailes, et encore moins le soulever par l'empennage de profondeur. Il n'est pas judicieux de tirer en avant le planeur par le harnais. Le harnais est un élément de sécurité et ne doit pas être sollicité inutilement. *Les courroies doivent être tissées de manière à ce qu'un noeud soit possible.* En tirant le planeur par le harnais, il s'étire inutilement. Il est préférable de tirer le planeur, en avant, par le bord du cockpit ouvert ou le tirer en arrière par le dossier. Le planeur doit reposer sur la roue principale avec la roue de queue soulagée ou être manœuvré lorsqu'il est monté sur un chariot. La plupart des dommages interviennent au sol : hangarage, montage/démontage, mouvement pour la mise en place avant le décollage.

20.0.2 Etude du manuel de vol (AFM) et de la check-liste

Dans le manuel de vol AFM (Aircraft Flight Manual) sont contenues toutes les informations qui sont nécessaires à l'utilisation sûre d'un aéronef. Les énumérations détaillées contenues dans l'AFM démontrent clairement l'importance de son étude. Lors de l'initiation sur un nouveau type d'aéronef, le pilote doit prendre suffisamment de temps pour étudier le manuel de vol.

Il faut particulièrement faire attention au chapitre 6 qui concerne le plan de chargement, les charges minimales et maximales. L'aéronef ne doit être utilisé que dans les tolérances de chargement prescrites.

Les aéronefs sont répartis en différentes catégories d'utilisation (TM-M Nr. 02.001-20): standard (sous-catégorie „normal, utility, aerobatic, transport“) et spéciale (sous-catégorie de „restricted, experimental, antique, homebuilt, limited“). Dans l'AFM, chapitre 1.2 „base de chargement“ et chapitre 2.6 „manoeuvres autorisées“, le groupe d'utilisation est réparti en fonction des manoeuvres autorisées (dans l'exemple suivant : groupe d'utilisation „utility“, vol de virtuosité non autorisé).

Le certificat de navigabilité appartient aux documents de bord. Dans le document „domaine d'utilisation de l'aéronef dans le trafic non commercial (annexe au certificat de navigabilité)“ sont stipulés les possibilités d'utilisation de l'aéronef.

Dans l'exemple du manuel de vol du DG-Flugzeugbau (anciennement Rolladen Schneider) LS6-c, se trouvent les éléments suivants :

1. Généralité
Introduction, bases d'admission, description et données techniques, plan trois vues.
2. Limites d'utilisation
Introduction, vitesse de vol, marquage de l'indication de vitesse, mesures (poids), manoeuvres autorisées, équipage, catégories d'utilisation, équipement minimal, remorquage par avion ou départ au treuil, autres limitations, plaques d'information pour les limitations d'utilisation.
3. Procédures d'urgence
Introduction, largage du capot, sortie d'urgence, sortie d'une position trop cabrée, sortie d'une vrille, sortie d'une spirale, autres cas d'urgence (limitation de vitesse, pluie, givrage, vol avec ballaste d'eau, rupture de câble lors de départ au treuil, atterrissage d'urgence avec train rentré, cheval de bois, atterrissage d'urgence sur l'eau).
4. Prescriptions d'utilisation normale
Introduction, montage et démontage, modification de l'envergure de 15m à 18m, contrôles journaliers, prescriptions d'utilisation normale (checkliste, réglage des pédales du palonnier, réglage du dossier, ajustage du parachute, train rétractable, frein de roue, compensateur, chargement de la soute à bagages, compensation du poids du pilote, utilisation du réservoir d'eau, plan de chargement de l'eau dans les ailes, instructions pour le chargement de l'eau dans les ailes et le fuselage, plan de chargement de l'eau dans le réservoir de queue, remplissage du réservoir de queue), départ au treuil, en remorquage par avion, vol libre, vol en haute altitude, glissade, atterrissage, vol dans la pluie, contrôles après le vol.

5. Performances

Introduction, données reconnues par le LBA (erreur d'indication de compteur de vitesse, vitesse de manoeuvre), informations complémentaires (composante de vent de travers, polaire des vitesses).

6. Poids et centrage, équipement

Introduction, poids et limite de centrage.

7. Description des équipements de bord (système/équipements)

Introduction, description des commandes de bord, système de frein aérodynamique, soute à bagages, système de ballaste, système électrique, installation pour la pression statique et totale, information sur l'utilisation d'autres équipements (compensation du centrage, installation d'oxygène, émetteur de secours).

8. Maniement, entretien et maintenance

Introduction, intervalle d'examen et de maintenance du planeur, modifications et réparations sur le planeur, maniement au sol, transport sur route, nettoyage et entretien.

9. Suppléments

Introduction, liste des suppléments installés.

Selon le manuel de vol du LS6-c, la checkliste doit contenir les points suivants :

Ce type de planeur doit être utilisé selon les prescriptions contenues dans le manuel de vol conformément au LBA.

Axe principal assuré ?

Plan fixe assuré ?

Fixation d'aile assurée ?

Essai du gouvernail de direction ?

Robinet de purge ballasts ouvert ?

Contrôle du chargement ?

Roue de queue enlevée ?

Harnais ajusté ?

Parachute mis ?

Aérofreins verrouillés ?

Compensateur au neutre ?

Volets de courbure +5° ?

Essai du crochet de remorquage ?

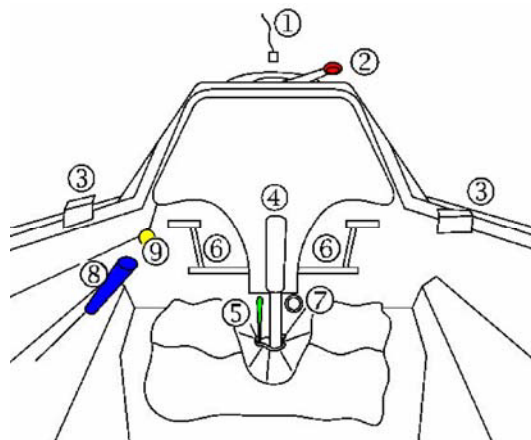
Capot verrouillé ?

20.0.3 Aménagements et instruments dans le cockpit

Cockpit:

Image typique d'un planeur école:
ASK 21

- 1 Fil de laine
- 2 Largage de secours du capot
- 3 Fermeture du capot
- 4 Manche
- 5 Levier du compensateur
- 6 Palonnier
- 7 Réglage du palonnier
- 8 Levier de frein aérodynamique
- 9 Dispositif de largage de la corde



Harnais avec quatre bretelles, cinq pour la voltige.

Couleur et reconnaissance des éléments de commande selon JAR 22:

Déclencheur du crochet	jaune	à manoeuvrer avec la main gauche
Levier d'aérofreins	bleu	à manoeuvrer avec la main gauche
Levier du compensateur	vert	si possible à manoeuvrer avec la main gauche
Verrouillage du capot	blanc*	pas prescrit
Largage du capot	rouge*	pas prescrit

* Lorsque la même poignée peut être utilisée pour le verrouillage et le largage de secours, celle-ci doit être marquée en rouge, éventuellement rouge / blanc.

Tous les éléments de commande dans le cockpit sont représentés par des images (symbole) selon AFM .

Si le planeur est équipé d'un émetteur radio, le code d'appel (Call Sign) doit être indiqué clairement sur le tableau de bord : **HB-1234**

Instruments:

Indicateur de vitesse
indication 1.5 tour



Vitesse
0 – 300 km/h

Altimètre
Indication fine et grossière



Altitude
0 – 10'000 m

Variomètre

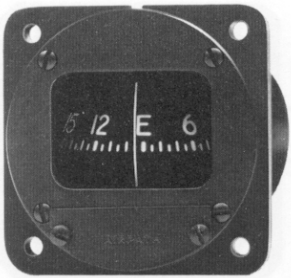


Montée et descente
+ / - 5 m/s

Code des couleurs de l'indicateur de vitesse (arc sur l'échelle, dépend du type de planeur):

vert	domaine d'utilisation normale V_S à V_A (V_S vitesse minimale, V_A vitesse de manoeuvre)
jaune	domaine de précaution
blanc	domaine d'utilisation des volets de courbure
rouge	valeur limite V_{NE} (vitesse maximale à ne jamais dépasser en utilisation standard)
Δ jaune:	vitesse minimale recommandée pour l'approche avec la masse maximale autorisée

Boussole



Indication du N magnétique
Indication de 0 à 360°
Echelle: 1 trait plein 10°
Inscription N, E, S, W
Chiffre x 10 = indication en degré

Accéléromètre



Indication = multiple de la gravitation $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
(direction de l'axe vertical)
Valeurs limites selon AFM

Radio



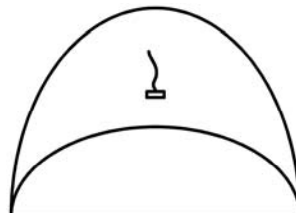
Avec bouton poussoir pour le choix des fréquences :
118.00 MHz – 137.00 MHz
Réglage du haut-parleur
SQ (Squelch)
Commutateur On/Off

Bille



Indication de dérapage en virage

Fil de laine



Indique la direction des filets d'air sur le planeur
(voler sans dérapage)

Variomètre acoustique



Les ascendances ou descendances sont transmises par un signal sonore.

Instrumentation minimale, en général : indicateur de vitesse et altimètre

Dans le manuel de vol (AFM) d'un planeur, l'équipement minimum prescrit est indiqué (instrumentation et équipement).

Pour des utilisations particulières (par exemple vol dans les nuages) l'équipement prescrit est mentionné dans l' AFM :

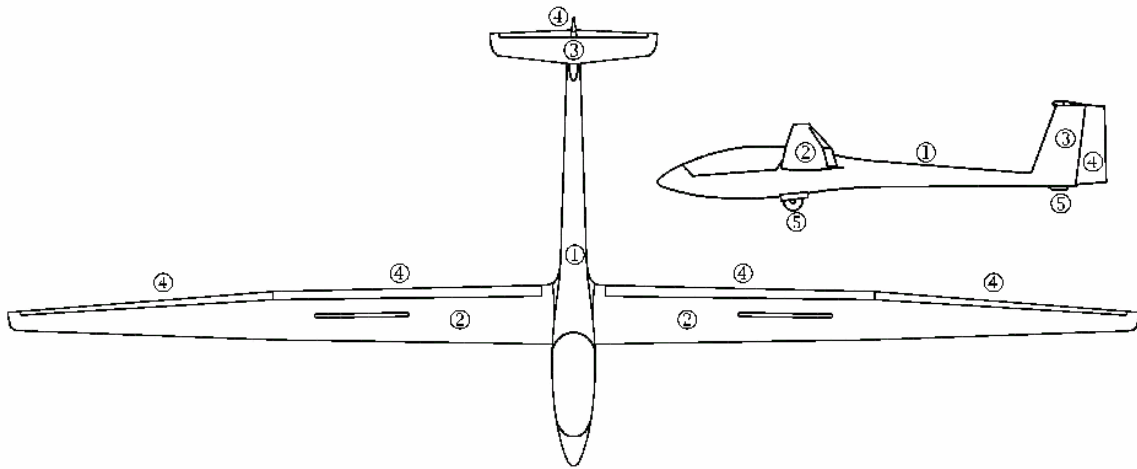
Vol dans les nuages : indicateur de vitesse avec au maximum un tour
indicateur de virage et indicateur de dérapage (bille)
boussole magnétique compensée (les corrections de déviation sont compensées)
variomètre avec marge de mesure adéquate

20.0.4 Les différentes parties du planeur

Principes généraux

Afin de mieux comprendre la construction d'un planeur, il est important, d'expliquer quelques points principaux. Pour commencer, il faut distinguer les groupes de construction. Voici les différents groupes de construction :

- éléments principaux de construction (cellule): fuselage①, surface portante②, empennage③, gouvernes④, train d'atterrissage ⑤
- équipement : équipement minimum et supplémentaire selon AFM



Le fuselage sert à rassembler les ailes, le plan fixe, le système de propulsion, le train d'atterrissage ainsi que l'espace pour le pilote, le passager et les instruments. Sa fonction est de faire en sorte que les différentes forces du chargement, des gouvernes et éventuellement du propulseur soient compensées et que le centre de gravité reste dans le domaine prescrit.

La surface portante se compose des deux ailes avec les volets de courbure et les freins aérodynamiques.

Les gouvernails de profondeur et de direction reliés au fuselage et les ailerons fixés aux ailes appartiennent aux gouvernes.

Les commandes comprennent les éléments nécessaires à la conduite du planeur comme le manche, le palonnier, les tringles, les câbles, les leviers, et les molettes de commande.

Un train fixe ou rétractable situé en avant du centre de gravité et un sabot ou une roue de queue à l'arrière du fuselage appartiennent au train d'atterrissage. Sur les tout vieux planeurs le train principal est remplacé par un patin.

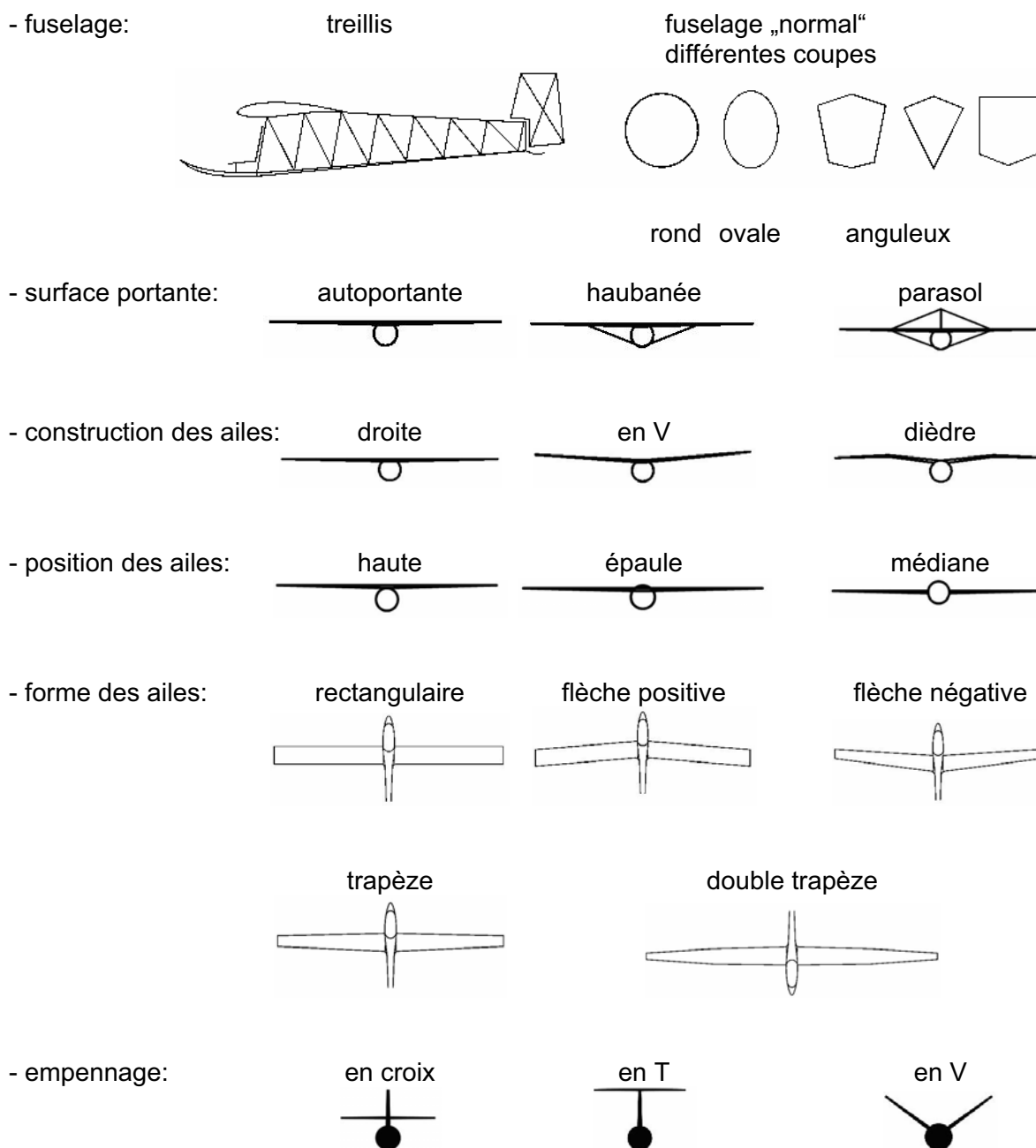
L'équipement minimal, selon l'AFM comprend : altimètre, indicateur de vitesse, harnais, dossier ou parachute, AFM et papiers de bord.

L'équipement supplémentaire comprend les installations qui sont proposées en options : variomètre, calculateur de vol,..., appareils radio avec sources de courant, équipement d'oxygène, etc.

Même si les planeurs ont une même apparence, ils peuvent être différents quant à leur utilisation :

- planeurs école: biplace avec équipement complet en double commande, qualité de vol sans difficulté, robuste
- planeurs d'entraînement: construction simple, performances de vol sans complication
- planeurs de performance: haute qualité aérodynamique, excellentes performances
- planeurs de voltige: haute solidité, très maniable

Les caractéristiques particulières d'un planeur sont la forme et la position des parties principales :



20.0.5 Moyens de sauvetage

Le parachute est un moyen important de sauvetage. Il doit être en aucun cas considéré comme un siège ou un dossier inconfortable. Même s'il n'est utilisé que très rarement, quelques pilotes de planeur ont toutefois pu sauver leur vie grâce à un tel parachute. Cela impose cependant un entretien sans faille du parachute. Celui-ci doit être aéré régulièrement et ensuite replier. Selon le fabricant, le pliage doit intervenir à intervalle régulier, allant de chaque trois mois à chaque année. On doit malheureusement constater que depuis que le port du parachute n'est plus obligatoire, beaucoup de pilotes ne le font plier qu'une seule fois par année, ce indépendamment de la prescription du fabricant.

On distingue deux catégories principales de parachutes :

1. Le parachute à ouverture manuelle par le pilote.
2. Le parachute à ouverture automatique, l'ouverture étant actionnée par une lanière le reliant à l'aéronef (anneau marqué en rouge). Ce système n'est pas utilisé en Suisse pour les planeurs.

Selon la construction du parachute et la qualité de son pliage, l'ouverture manuelle peut intervenir jusqu'à une hauteur comprise entre 100 et 200 m.

Pour que le saut soit efficace, il faut pouvoir larguer rapidement le capot. Pour cette raison, tous les capots possèdent une poignée d'ouverture d'urgence (marquée en rouge). Plusieurs nouveaux modèles de capot sont équipés d'un crochet à ressort. Ce crochet est relié au capot sur l'arrière au moyen d'un mousqueton. Lors du largage, la fermeture avant est relâchée par le vérin à gaz du mécanisme d'ouverture, le capot est entrouvert, l'air s'engouffre sous le capot et le pousse en arrière jusqu'à ce que le mousqueton se libère.

L'émetteur de secours ELT (Emergency Locator Transmitter) est un moyen très utile de sauvetage. Lors d'un crash avec une certaine accélération, cet appareil émet un signal de détresse. Par un relèvement on arrive relativement rapidement à déterminer l'emplacement de l'accident. D'ailleurs, sur de nombreux aérodromes de montagnes, l'emport d'un ELT est exigé.

Fréquence d'urgence	121.50 MHz
Signal de localisation	243.00 MHz
Période de test : heures pleines +/- 5 minutes	

Directive :

Selon TM-R Nr. LT 20.140-1 (OFAC, informations techniques) sont valables pour les vols non réguliers :

Constructions existantes :

Les appareils installés peuvent être utilisés jusqu'à nouvel avis.

Constructions nouvelles :

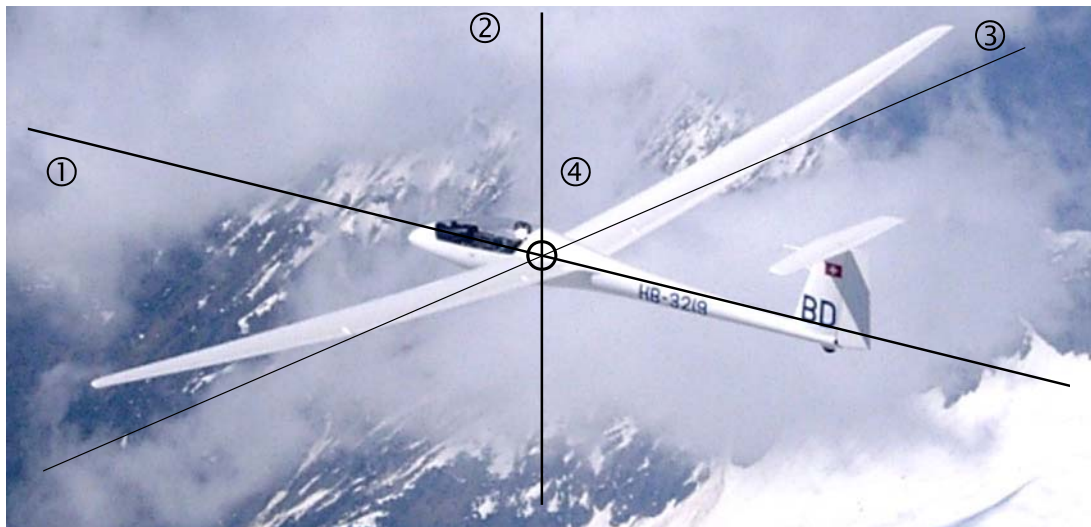
Ne doivent être utilisés que les appareils qui répondent aux normes TSO-91a ou JTSO-291a.

A l'avenir :

A partir du 01.01.2009 les satellites SAR ne traiteront plus les signaux des fréquences 121.5 et 243.0 MHz. Ils ne transmettront ainsi plus d'alarme et ne permettront plus d'effectuer des localisations d'épaves. Les nouveaux ELT devront émettre un signal sur les fréquences 121.5 et 406 MHz.

20.1 Connaissances des commandes, compensateur et aérofreins

Un planeur pivote autour de trois axes:



1 axe longitudinal 2 axe vertical 3 axe transversal 4 centre de gravité.

Les mouvements autour des trois axes sont influencés par les commandes respectives :

axe	commande	mouvement
longitudinal	ailerons	roulis
vertical	direction	lacet ou virage
transversal	profondeur	tangage

Effet des commandes: Le mouvement des commandes produit un changement de profil qui induit une modification de l'écoulement de l'air sur la pression et dépression comme occasionnée par la portance.

des ailerons: Avec les ailerons, le planeur est manœuvré autour de l'axe longitudinal. Lorsque le manche est poussé à droite, l'aileron droit monte et l'aileron gauche descend. Le planeur commence à tourner à droite. Le mouvement de l'aileron gauche vers le bas produit sur le côté gauche plus de portance et plus de résistance. A cause de cela, le planeur commence aussi à tourner à gauche. Cette situation s'appelle moment de virage négatif ou lacet induit.

de direction: Lorsque la pédale droite est poussée en avant, le gouvernail de direction va vers la droite. Le planeur tourne autour de l'axe vertical vers la droite. Par un léger dérapage à droite, l'aile gauche avancée produit plus de portance et le planeur commence aussi à se déplacer sur l'axe longitudinal. Cet effet s'appelle lacet.

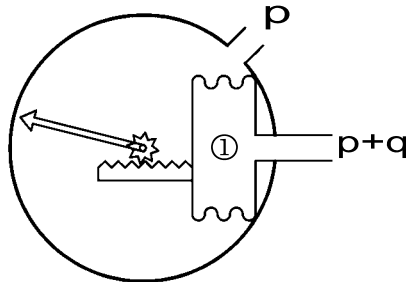
de profondeur: Lorsque le manche est tiré, le gouvernail de profondeur monte et montre un profil montant. Cela produit une poussée des gouvernes de profondeur vers le bas. Le planeur pivote autour de l'axe transversal et le nez monte.

- Compensateur (trim)** Pour diminuer la force manuelle sur le manche, le gouvernail de profondeur se laisse positionner avec le compensateur à la position souhaitée. Le levier du compensateur de profondeur est marqué en vert, Il est manoeuvré dans le même sens que le manche.
- Avec ce compensateur aérodynamique, il n'est pas possible de corriger le centrage d'un aéronef. Pour ce faire, on doit alors placer des poids dans un endroit spécialement prévu à cet effet (dans le nez ou la queue de l'aéronef).
- Aérofreins (freins aérodynamiques)** A l'aide des aérofreins, l'angle de plané est modifié (grande perte d'altitude) et la limite de la vitesse maximale en piquée limitée. Le levier de commande est manoeuvré avec la main gauche. Il est marqué en bleu.

20.2 Construction et montage des instruments, antennes

L'indicateur de vitesse et l'altimètre sont les instruments minimums d'un planeur :

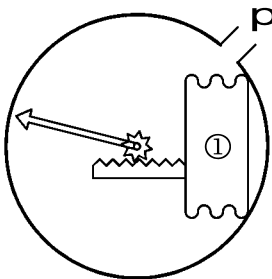
Indicateur de vitesse



p pression statique
p+q pression totale
1. boîte anéroïde

La déformation de la capsule à membrane est transmise à l'indicateur.

Altimètre



p pression statique
1. boîte anéroïde

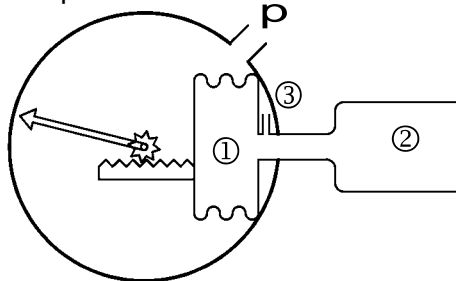
La déformation de la capsule à membrane est transmise à l'indicateur.

Instrumentation complémentaire :

Variomètre



à capsule



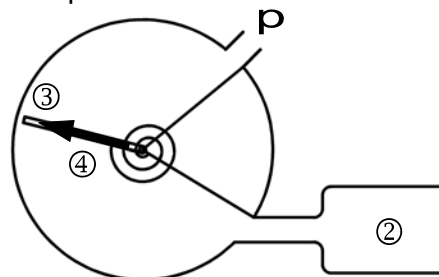
p pression statique
1. boîte anéroïde
2boîte de compensation
3 capillaires

La déformation de la 1. boîte anéroïde est transmise à l'indicateur. La différence de pression s'égalise par les capillaires.

Variomètre



à disque

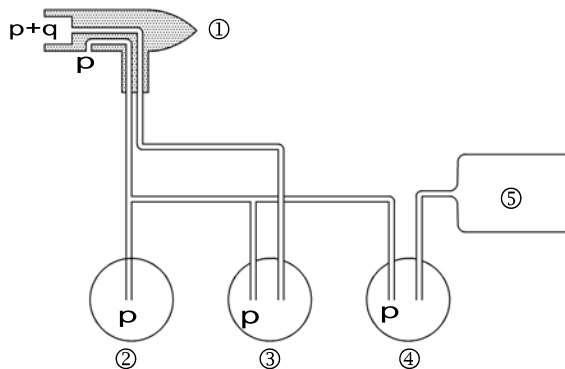


p pression statique
2boîte de compensation
3 capillaires
4 disque indicateur et ressort de retour

Indication rapide de la différence de pression. Egalisation par les capillaires.

Ces instruments pneumatiques fonctionnent avec la pression dynamique et la pression statique.

Schéma de raccordement de l'indicateur de vitesse, de l'altimètre et du variomètre.



- | | |
|---|--|
| 1 | tube de pression, tube de Pitot,
buse de Prandtl
pression dynamique $p+q$
pression statique p |
| 2 | altimètre |
| 3 | indicateur de vitesse |
| 4 | variomètre |
| 5 | bouteille de compensation |

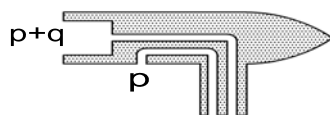
Pour obtenir une prise de pression optimale, plusieurs sondes sont installées.

Pression statique :

La pression statique est toujours prise, symétriquement, sur les deux côtés du fuselage (petits trous ronds) ou avec une buse de mesure. Des orifices de prise de pression obstrués peuvent fausser ou supprimer l'indication sur les instruments.

Pression dynamique :

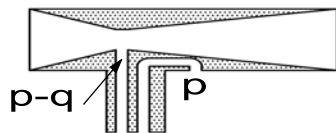
Le tube de pression dynamique, aussi appelé tube de Pitot, est généralement installé dans le nez du fuselage. Le tube de pression monté sur une tige support sur le nez du fuselage ne se trouve plus que sur les anciens planeurs. Lorsque le crochet de remorquage est monté dans le nez du fuselage, le tube de pression dynamique est installé sur le plan fixe de direction.



tube de pression dynamique ou tube de Pitot avec prise de pression dynamique, aussi nommé tube Prandtl.
Pression statique p , pression dynamique q , pression totale $p+q$

A basses vitesses, le tube de pression donne une différence de pression trop petite. Le tube de Venturi donne une différence de pression de 3.5 à 4.5 fois plus grande que le tube de pression. L'indicateur de vitesse doit alors être couplé à un tube Venturi pour que le facteur de différence de pression 3.5 fois plus grande puisse être utilisée.

Tube Venturi

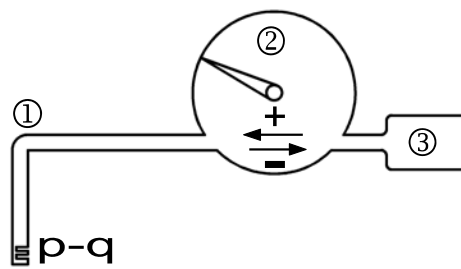


Tube Venturi avec prise de pression statique. Pression statique p , pression dynamique q , différence de pression $p-q$. facteur de différence 3.5.

Compensation de l'énergie totale (TEK):

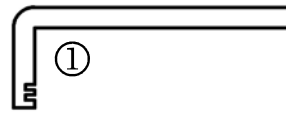
Normalement le variomètre n'indique que la modification de l'altitude et par cela la modification de l'énergie potentielle. Le variomètre à énergie totale indique les modifications de l'énergie totale du planeur. L'énergie comprend l'énergie potentielle (énergie de l'altitude) ainsi que l'énergie cinétique (énergie du déplacement). La buse de différence de pression est reliée à la place de la pression statique. La différence de pression produite par le déplacement est compensée par une augmentation de la vitesse la descente (augmentation de la pression statique) par une diminution de pression produite par l'action de la buse. Un effet exact ne peut être atteint que par une buse qui donne la pression $P = p-q$. Cette buse doit avoir un „Beiwert“ -1 .

Variomètre à énergie totale



p-q = sous-pression sur la buse

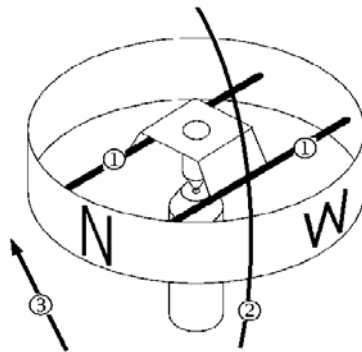
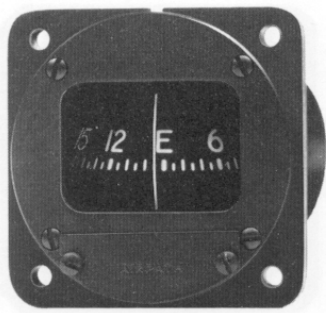
- 1 buse de dépression (buse de compensation)
- 2 variomètre
- 3 bouteille de compensation



Avec une buse combinée sur la gouverne de profondeur, la pression dynamique, la pression statique et la pression différentielle peuvent être captées simultanément.

Autres instruments:

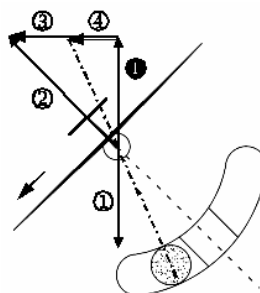
boussole



- 1 barres aimantées
- 2 ligne de référence
- 3 direction de vol

Pièces métalliques et champs magnétiques influencent les indications. Pour les compenser, de petits aimants permanents doivent être installés. Pour ce modèle, cette boussole reste bloquée avec une inclinaison de plus de 20°

bille



- ① = poids
- ② = résultante de la portance
- ③ = portance
- ④ = F_c (rayon de virage en fonction de la force centripète)
- ⑤ = F_{cp} (en vol de virage la force centripète remplace la résultante de la portance)

La bille indique la différence entre la force centripète produite par le virage (F_c) et en virage la force centripète qui remplace la résultante de la portance (F_{cp}).

En vol de virage à gauche :

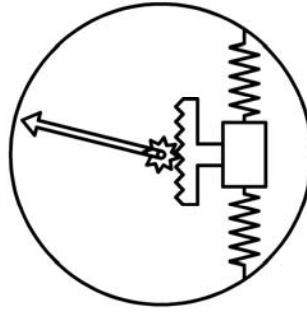
$F_c = F_{cp}$ -> rond de la bille au milieu

$F_c > F_{cp}$ -> le rond de la bille part vers la droite

Exemple de gauche:

$F_c < F_{cp}$ -> le rond de la bille part vers la gauche

Accéléromètre



L'accéléromètre avec des aiguilles entraînées mesure le facteur de charge ($g = 9.81\text{m/s}^2$) en direction de l'axe vertical.

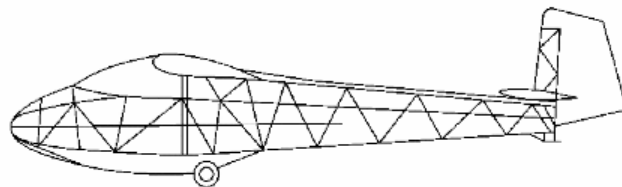
L'accélération ne doit en aucun cas dépasser les limites autorisées.

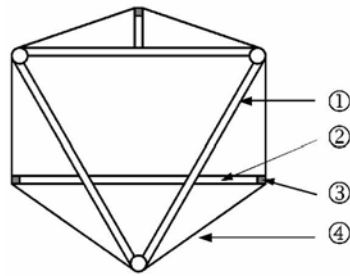
Les valeurs limites sont indiquées dans l'AFM.

20.3 Construction du planeur

Pour la construction des planeurs, les matières premières les plus légères et les plus solides doivent être utilisées. La liste suivante donne un petit aperçu de la variété des principales matières utilisées. L'énumération ne peut cependant jamais être complète.

Bois	pin (pour les parties qui doivent supporter de grandes charges, longerons, couples), sapin (matière de remplissage), frêne (patin ; souple et tenace), tilleul (pour les parties auxquelles il faut donner une forme), balsa (très léger, matière de remplissage). contre-plaqué (3-5 couches minces de hêtre ou de bouleau)
Acier	ferrures, boulons, leviers, câbles, roulettes, tuyaux
Métal léger	peut pratiquement être utilisé pour toutes les parties d'un planeur. Cependant il est plus difficile à travailler que le bois.
Synthétiques	celluloïd, plexiglas et acryl sont utilisés depuis longtemps pour la verrière du capot. Actuellement la construction moderne de planeur est impensable sans utilisation de fibres de verre. Lamine en fibres de verre, carbone, aramid (Kevlar) etc. sont employés, seul ou mélangé, selon la fonction de la pièce. Mousse comprimée en qualité de matière de protection
Textile	coton (revêtement du fuselage, des ailes et des gouvernes), polyester (aussi pour l'entoilage et les ceintures de sécurité).
Vernis	vernis cellulosique (vernis de tension), vernis nitro, vernis synthétique pour fond en polyester ou acrylique (vernis à deux composants).
Colles	colle à froid telle que caséine (organique) ou colle synthétique (résistante à l'eau). Lamine sont construits avec des systèmes autorisés très solides. D'autres moyens de liaison sont les vis et les rivets.
Construction du fuselage	Construction en treillis : construction en tubes d'acier et longerons intermédiaires couple en trois ou cinq côtés, recouvert de toile solide.





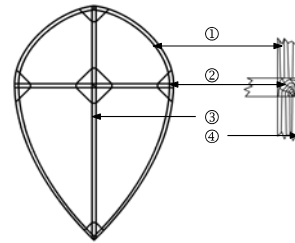
- 1 treillis en tubes acier
- 2 entretoise
- 3 longeron intermédiaire
- 4 revêtement

Construction en coque :

le revêtement est utilisé comme élément travaillant. Les couples et les longerons ne supportent aucun effort mais contribuent à assurer la rigidité et la forme du revêtement.

coque en bois, fuselage en coupe :

- 1 couple
- 2 longeron
- 3 croisillon
- 4 revêtement



Fuselage en métal léger :

Le bois est remplacé par le métal léger. Les couples, les profilés et le revêtement ont le même aspect. Les assemblages sont rivés.

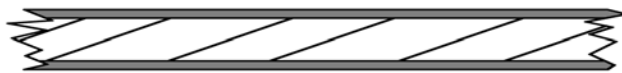
Fuselage en matières synthétiques :

La coque du fuselage est moulée dans une forme négative.

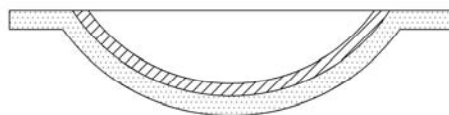
Cette coque peut être de construction massive, ou constituée de plusieurs couches de fibres de verre :



L'exécution en sandwich comprend à l'extérieur des couches de fibre et à l'intérieur une couche en balsa ou en mousse.

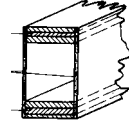


coque en matière synthétique :

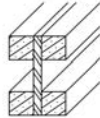


Voilure Les forces aérodynamiques sur l'aile ne concernent pas seulement la flexion mais aussi la torsion. Toutes les parties doivent être construites pour supporter ces différentes forces. On distingue la construction avec des longerons ou en caisson. La construction en bois, en métal léger ou en matières synthétiques utilise, en général, toujours trois éléments principaux : longerons, nervures revêtement (entoilage ou couverture).

Longeron Les forces de flexion et de torsion sont prises par le longeron qui donne la rigidité à l'aile. Pour les ailes en porte-à-faux, on utilise le système caisson.



Longeron en doute T pour ailes en bois ou coque pour aile en plastique



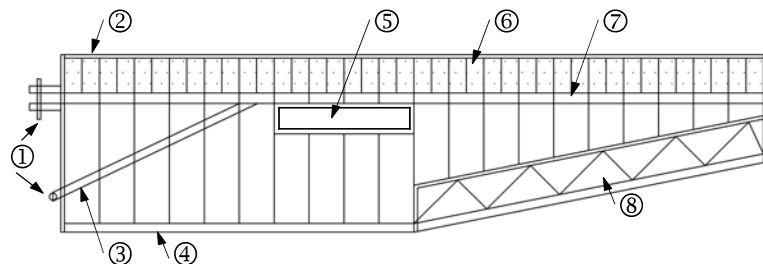
Nervures Les nervures déterminent le profil de l'aile et reportent les forces du revêtement sur le longeron.



Revêtement selon le genre de construction, le revêtement de l'aile est en toile très résistante à la déchirure, en contreplaqué, en tôle de métal léger ou en matière synthétique

Construction des nervures

aile à un longeron



1 fixation, 2 bord d'attaque, 3 entretoise diagonale, 4 bord de fuite, 5 frein aérodynamique, 6 bord d'attaque revêtu de contreplaqué, 7 longeron principal, 8 aileron

Construction en caisson:

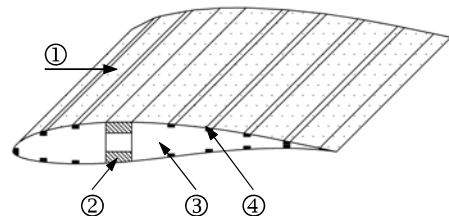
Aile en bois

1 toute l'aile revêtue de contreplaqué

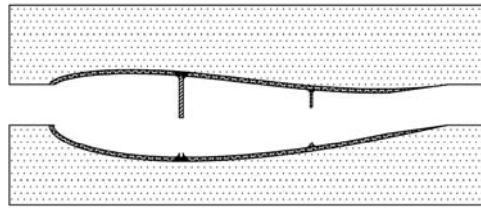
2 longeron principal

3 nervures

4 lattes de redressement



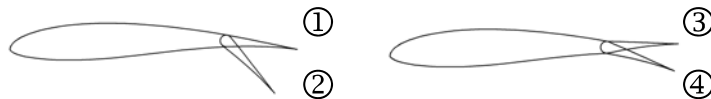
Coffrage de l'aile en fibre



Nervure d'aile



Hypersustentateur : (volets d'aile) les hypersustentateurs (volets d'aile) servent à améliorer les performances de vol. En vol rapide (diminution de la résistance) les volets sont légèrement relevé vers le haut. Pour augmenter la portance, les volets sont repoussés vers le bas.



1 décollage, 2 atterrissage, 3 vol rapide, 4 spirales

Les volets d'intrados sont une variante de volets hypersustentateurs. Ils ne sont cependant plus utilisés pour les planeurs.



Attention :

Une position positive des hypersustentateurs comme celle des volets d'intrados augmente la portance et diminue la vitesse de vol minimale. Rentrer brusquement les volets entraîne une perte de portance qui peut provoquer un décrochage incontrôlé.

Aérofreins :

Avec la sortie des aérofreins (freins aérodynamiques), l'écoulement des filets d'air sur la voilure est perturbée ce qui entraîne une augmentation de la résistance. Les aérofreins sortis sur l'aile diminuent la portance et augmente la vitesse minimale de décrochage.



Les volets placés sur le bord de fuite de l'aile n'influencent pratiquement pas la portance. Par contre, ces volets ne sont efficaces qu'avec des profils de faible épaisseur.

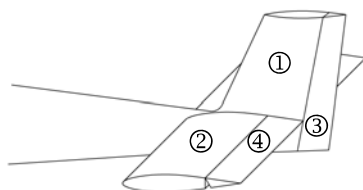


Parachute

Les parachutes de freinage sont très efficaces mais de moins en moins utilisés. Le largage après un vol court est un désavantage. Par vent de travers, l'effet du vent est si fort que lors de l'atterrissage, le planeur se tourne dans la direction du vent et que la correction avec le gouvernail de direction ne suffit plus.

Empennage

Normalement, l'empennage comprend les plans fixes et les gouvernails. Les plans fixes ramènent le planeur dans la position originelle lors de perturbations. Les gouvernails servent à modifier l'assiette de vol.

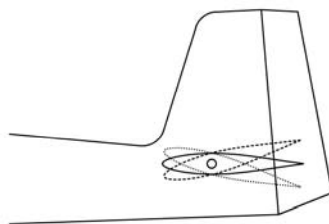


- 1 plan fixe de direction
 - 2 plan fixe de profondeur
 - 3 gouvernail de direction
 - 4 gouvernail de profondeur
- évent. avec volet correcteur

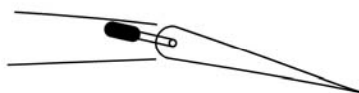
L'effort à exercer sur les gouvernails de grande surface, à vitesse élevée, peut être tel que cela devient désagréable et fatigant pour le pilote. Un volet compensateur diminue ces efforts. Ce compensateur peut être aérodynamique ou statique.

Avec un volet compensateur aérodynamique, le centre de gravité du gouvernail est tel qu'une partie de la surface du gouvernail exposée aux filets d'air compense la pression sur le gouvernail.

La forme efficace de ce volet correcteur se trouve dans l'empennage monobloc. (gouvernail de profondeur et de direction sont d'une pièce). Dans les positions faibles, il est aérodynamiquement plus favorable que l'empennage normal. En revanche, en spirales ou par temps agité, il est moins favorable.

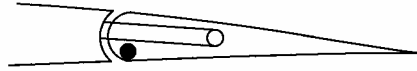


Le compensateur statique est une pure compensation de poids. Celui-ci diminue le flottement du gouvernail ce qui a pour conséquence une plus grande lourdeur.



La construction des gouvernails de profondeur et de direction est comparable à celle d'une aile : longeron ou caisson en bois, métal ou matière synthétique.

Ailerons : Les ailerons font partie des empennages. Leur construction est semblable à celle des gouvernails de profondeur et de direction. En général, le braquage est plus grand vers le haut que vers le bas : ailerons différentiels pour la diminution du moment de virage négatif. Pour diminuer les vibrations des ailerons, une compensation statique doit être posée : une barre de plomb en avant du centre de gravité.



Compensation de pression Lors de l'exécution de la construction des différentes parties, des espaces fermés sont constitués. Pour la compensation de la pression de petits trous sont percés. Ceux-ci ne doivent en aucun cas être bouchés.

Leviers Les leviers sont les différentes installations nécessaires pour manœuvrer les gouvernails, les volets et le train d'atterrissage. Ils sont encore subdivisés en leviers manuels, pédalier, levier d'aide aux gouvernails (compensateur) et levier de volets.

Les leviers manuels servent à manœuvrer les ailerons et le gouvernail de profondeur. Sur les planeurs, c'est un manche monté en cardan.

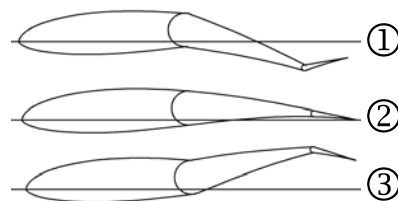
Le palonnier est constitué de pédales qui servent à mouvoir le gouvernail de direction.

Le débattement du palonnier et du manche est limité par des butées. L'ampleur du débattement est précisée par le constructeur.

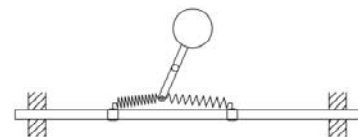
Levier des volets compensateurs:

Pour les planeurs, seul le volet compensateur du gouvernail de profondeur est utilisé. Il sert à diminuer la pression manuelle sur le manche :

Compensateur aérodynamique
1 lourd de nez, 2 neutre, 3 lourd de queue



Compensateur à ressort
qui agit sur gouvernail de profondeur



Le volet compensateur peut est manié par un levier ou parfois avec une roulette.

20.4 Train d'atterrissage

Les trains d'atterrissage sont construits comme patin, roue largable, train fixe ou train rétractable.

Les premiers planeurs en bois étaient munis de patins, généralement construits en chêne et munis d'amortisseurs en caoutchouc. Lors des décollages et atterrissages, les à-coups sont ainsi amortis et les dommages au fuselage diminués. En effet, les dégâts sont effectivement fréquents avec les trains largables. Dans tous les cas, un patin freine fortement de lui-même à l'atterrissage.

Les trains fixes simplifient grandement le départ et l'atterrissage. Tous les trains fixes ne sont pas munis d'amortisseurs. Dans ce cas, lors d'un atterrissage rude, le pneu supporte une grande partie de cette charge.

Les trains rétractables augmentent fortement les performances pour des raisons aérodynamiques. Ces trains sont rentrés et sortis au moyen d'un levier. Le pilote doit être vigilant : après un long vol, il ne doit pas oublier de sortir le train.

On trouve des freins de roue en différentes conceptions : sabot (métal, qui vient se poser sur le pneu et freine par frottement), frein à tambour ou plus couramment frein à disque (ASK 21).

Les freins à tambour ou à disque sont actionnés mécaniquement au moyen d'un câble depuis un levier de frein, des pédales (frein à pied) ou une poignée sur le manche.

Avec les freins à disque qui ont une grande efficacité (ASK 21), la force de freinage hydraulique est transmise du levier par un piston.

Pour que la queue du fuselage ne souffre pas trop lors de l'atterrissage, on la munit d'une béquille ou d'une roulette.

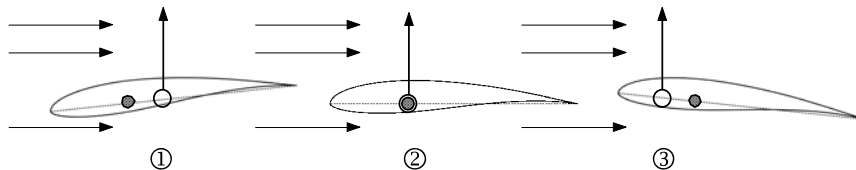
Les pneus de planeurs, sont fabriqués pour supporter de fortes pressions et doivent être d'une fabrication approuvée pour l'aviation.

20.5.1 Stabilité du planeur en fonction du centre de gravité

Définitions:

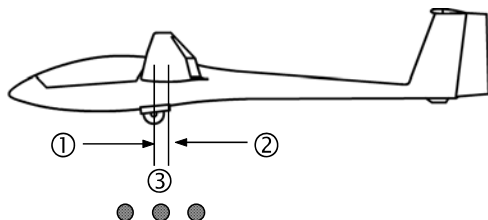
Centre de gravité : point d'application des forces de pesanteur
 Centre de poussée : point d'application de la résultante aérodynamique de l'aile provenant de la portance et de la résistance.

La position du centre de gravité varie en fonction de l'angle d'incidence :



- 1 Avec un petit angle d'incidence, le centre de gravité se déplace en arrière, l'aile pivote sur l'axe transversal et le nez du planeur descend.
- 2 Cas idéal : le centre de poussée se confond avec le centre de gravité
- 3 Par fort angle d'incidence, le centre de poussée se déplace vers l'avant et le planeur se cabre.

Cet effet est compensé par le gouvernail de profondeur. Pour que celui-ci produise l'effet souhaité et que le planeur maintienne une certaine stabilité sur son axe transversal, la position du centre de gravité a une importance décisive. Pour chaque type de planeur la plage autorisée du centre de gravité est déterminée dans le carnet de bord et le carnet de maintenance.



Le centre de gravité se situe en avant de la plage autorisée (1), on atteint plus l'angle d'incidence permettant la meilleure portance car l'effet du gouvernail de profondeur est trop faible.

Le centre de gravité se situe en arrière de la plage autorisée (2), le planeur perd la stabilité sur son axe transversal. La tendance à la vrille et le cabrage (départ au treuil) augmente à mesure que la position arrière du centre de gravité grandit.

La position du centre de gravité a une grande importance pour la qualité de vol. Avant chaque vol, le pilote a le devoir de s'assurer que le centre de gravité de son planeur se situe dans la plage autorisée (3). Les données correspondantes se trouvent dans le manuel de vol ainsi que sur le graphique de poids et centrage du planeur.

Pour la suite de ce thème : cf chargement et centre de gravité.

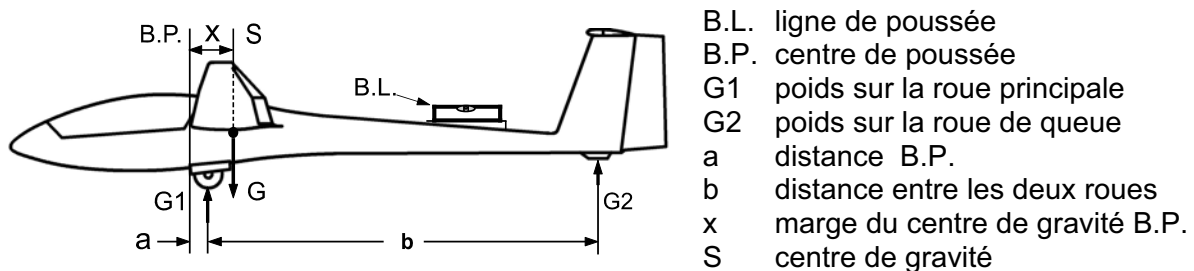
20.5.2 Chargement et centre de gravité

Selon les explications précédentes, la position du centre de gravité en fonction du poids a une importance capitale pour les performances de vol. Pour éviter une position avant ou arrière dangereuse, le centre de gravité doit se situer dans une marge définie en fonction du type d'appareil. Cette marge est précisée dans le manuel de vol.

Définitions:

- Centre de gravité:** il est le point d'application des forces de pesanteur.
Masse à vide: planeur avec son équipement standard tel qu'inscrit dans le certificat d'équipement.
Poids équipé: masse à vide avec les équipements complémentaires et les batteries. Cette notion a perdu sa valeur dans la mesure où les équipements supplémentaires font partie de la charge utile.
Charge utile: pilote, parachute, outillage, ballast, bagages, etc.
Poids en ordre de vol : poids équipé plus la charge utile.
Poids et centrage: celui-ci est déterminé la première fois lors du contrôle du planeur et est inscrit dans l'AFM et dans le dossier technique.

Périodiquement la position du centre de gravité doit être déterminé par une pesée. Elle doit l'être aussi après tout travail qui pourrait avoir modifier la position du centre de gravité.



Avec la formule $x = \frac{G_2 \cdot b}{(G_1 + G_2)} + a$ le centre de gravité peut être calculé, par opposition le centre de poussée.

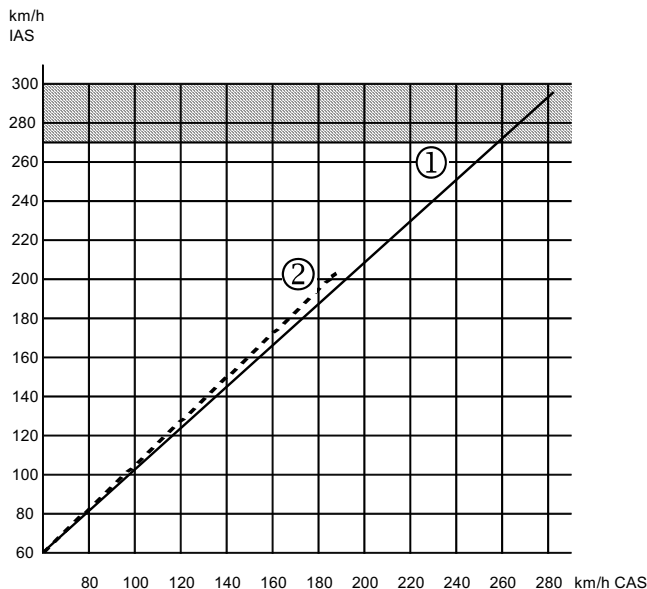
Pour déterminer la charge utile, une pesée individuelle des parties (ailes, fuselage, empennage) doit être faite. Le constructeur définit le poids maximum des parties non portantes (GNT). Le fuselage avec le capot, l'équipement, les poids fixes pour la trim, l'empennage comptent pour les parties non portantes. La charge utile est définie par la différence entre le poids maximum des parties non portantes et le poids des parties non portantes selon les indications du dossier technique.

Dans le dossier technique les pesées et leurs valeurs sont décrites en détail. Les valeurs (masse à vide, l'équipement, la charge utile maximale et minimale, le ballast d'eau) sont reportées dans le manuel de vol et dans le cockpit sur le plan de chargement.

20.5.3 Erreur d'indication des instruments

Sachant que chaque système de bord indique plus ou moins une différence avec les valeurs qui devraient être affichées, des graphiques illustrent ces différences. Ce graphique fait alors partie du manuel de vol.

Indicateur de vitesse :



Ce graphique montre les erreurs d'indication de l'indicateur de vitesse en fonction de la position de la prise de pression :

Pression totale au plan fixe de direction au $\frac{3}{4}$ de la hauteur
Pression statique sous le fuselage en avant

1. position des volets -5° et 0°
2. position des volets $+10^\circ$ et „L“

C'est seulement lorsque le planeur vole sans dérapage que l'indication de la vitesse est correcte. Lors d'une glissade l'indication de la vitesse diminue en fonction de l'angle de dérapage et peut devenir nulle lorsque le tube de mesure reçoit les filets d'air de travers et qui provoquent une aspiration.

La température de l'air a aussi une influence importante, car la densité de l'air agit sur l'exactitude : plus l'air est chaud plus l'indication de vitesse est faible.

Altimètre :

Lors des vols d'altitude, la capsule de l'altimètre se dilate relativement fortement. Lors de la descente, il faut un certain temps pour que la capsule reprenne la forme initiale. Cet effet s'appelle hystérésis. Il est donc possible que lors d'une descente rapide, l'altimètre montre une indication retardée.

Attention : Ne pas prendre garde à cet effet peut avoir de graves conséquences.

Les altimètres sont construits selon les valeurs de l'atmosphère standard. Les variations de pression et de température par rapport à l'atmosphère standard conduisent aux erreurs d'indication de l'altimètre.

20.6 Corde de remorquage, fusibles, crochet de remorquage

Le planeur est remorqué en altitude soit par un avion à moteur soit à l'aide d'un treuil. Quelque soit le mode de départ, une corde de remorquage avec des particularités prescrites est utilisée. Les planeurs et motoplaneurs avec moteur rétractable, sont équipés de crochet du centre de gravité.

Cordes de remorquage et fusibles

La communication technique de l'OFAC TM-M 10.010-12 recommande ce qui suit :

Avion remorqueur

Matériel et charge de rupture

Pour le remorquage de planeurs, les cordes en fibres naturelles ou synthétiques (cordes en polyester) sont utilisées.

La charge de rupture d'une corde de remorquage largable doit être de 1500 daN.

Pour les cordes qui sont utilisées avec un enrouleur, la charge de rupture minimale pour une corde neuve doit être de 1000 daN.

La longueur de la corde doit se situer entre 40 et 60 mètres pour qu'un pilote non entraîné ne puisse pas dépasser les valeurs ci-dessus.

Fusibles

Avec les cordes en matières synthétiques, l'utilisation de fusible peut être évité pour autant que l'entretien du crochet de remorquage subisse les contrôles prescrits.

Avec les cordes en fibres naturelles, un fusible doit être placé à chaque extrémité de la corde selon les indications du manuel de vol et en fonction de l'avion remorqueur et du planeur utilisés. Le bout de la corde côté avion remorqueur doit être marqué en rouge ou équipé d'un fanion pour le reconnaître.

Anneaux

Les anneaux doivent être adaptés à tous les crochets de remorquage et doivent permettre d'être crochés ou décrochés sans peine. La charge de rupture indépendante de la forme de l'anneau doit être au moins de 1500 daN.

Corde pour départ au treuil

Matériel et charge de rupture

Pour le départ au treuil, seuls les câbles en acier inoxydable, avec âme d'acier sont utilisés.

La charge de rupture minimale est de 1000 daN pour des planeurs avec une masse au décollage jusqu'à 350 kg et 1400 daN pour des planeurs jusqu'à 650 kg. Les cordes de tension doivent être en matière synthétique et avoir une charge de rupture minimale de 1500 daN. La longueur de cette corde de tension se situe entre 3 et 5 mètres.

Fusibles

Masse au décollage
jusqu'à 350 kg
jusqu'à 650 kg

Charge de rupture

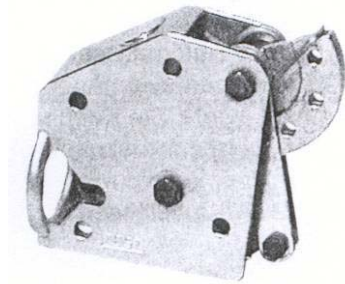
500 da N ± 50 daN
750 da N ± 50 daN

Pour les planeurs avec une masse au décollage supérieure à 650 kg les indications pour les fusibles sont inscrites dans le manuel de vol.

Crochets de remorquage

Dans les communications techniques de l'OFAC TM-W 10.010-11 on trouve les prescriptions pour le montage des crochets de remorquage sur les planeurs et les motoplaneurs.

Crochet de proue
Remorquage par avion



Montage en avant du manche

Décrochage manuel par le pilote

Crochet du centre de gravité
Départ au treuil



Montage avec un angle de 65° entre la corde de l'aile et le point avant du centre de gravité
Décrochage automatique avec un angle entre 70° et 110°

Pour les deux crochets, il faut être sûr que la corde ne puisse s'accrocher quelque part et qu'elle puisse se libérer du planeur dans n'importe quelle position de vol (angle différent de la trajectoire de vol et force de la traction) lorsque le crochet est ouvert.

Lorsque plusieurs crochets sont montés, ceux-ci doivent pouvoir être ouverts par la même poignée. Celle-ci doit être de couleur jaune et pouvoir être manoeuvrée de la main gauche. Avec une force de 100 daN sur la corde, la force sur le levier ou la poignée de décrochage ne doit pas dépasser 10 daN.

Les planeurs et motoplaneurs avec crochet de remorquage sortis d'usine après le 01.11.1988 et qui sont inscrits dans le registre matricule suisse sont équipés du crochet de proue et du crochet du centre de gravité. Pour ces aéronefs, le crochet de proue doit être utilisé pour le remorquage par avion.

Prescriptions d'entretien :

Au moins, une fois par année, les crochets doivent être nettoyés et graissés. Ensuite un contrôle de fonctionnement doit être effectué. Ces travaux d'entretien doivent être inscrits dans le dossier technique et attestés.

Selon la société TOST (fabricant de crochets), les crochets de proue et les crochets de centre de gravité doivent être révisés simultanément après 2000 départs.

20.8 Prescriptions sur l'utilisation des cordes de remorquage

Etat des cordes de remorquage (Recommandation selon les communications techniques TM-M 10.010-12):

Le responsable du matériel des groupes ou des écoles de vol à voile doit veiller à ce que seules les cordes de remorquage et de treuillage utilisées répondent à ces communications techniques.

Le pilote de planeur, respectivement l'instructeur (pendant l'écolage) s'assure, avant le début du remorquage, de l'état des cordes de remorquage respectivement de treuillage.

Remorquage par avion :

Le crochet de proue ne doit être utilisé que pour le mode de départ en remorquage par avion.

Lors de l'utilisation de cordes synthétiques, l'utilisation de fusibles peut être évitée pour autant que les prescriptions d'entretien du crochet de remorquage soient respectées.

Avec les cordes en fibres naturelles, un fusible doit être placé à chaque extrémité de la corde selon les indications du manuel de vol et en fonction de l'avion remorqueur et du planeur utilisés. Le bout de la corde côté avion remorqueur doit être marqué en rouge ou équipé d'un fanion pour le reconnaître..

Départ au treuil :

Constitution d'une corde pour le treuil selon les données du fabricant TOST:



1 corde de treuillage
2 séparateur prescrit
3 parachute de corde

4 élément de raccord
5 corde intermédiaire
6 élément de raccord

7 fusible
8 corde à crocher
9 anneaux

Un séparateur entre la corde du treuil et le parachute de corde est prescrit. Lorsque plusieurs cordes sont alignées pour le départ, le parachute de corde des cordes non utilisées doit être détaché.

Le parachute de corde doit être déployé avant le départ pour être sûr qu'il s'ouvre après le décrochage.

Selon le type de planeur utilisé (biplace, monoplace, planeur en bois), le fusible approprié doit être fixé.

La corde pour le départ au treuil doit toujours être fixée au crochet du centre de gravité.

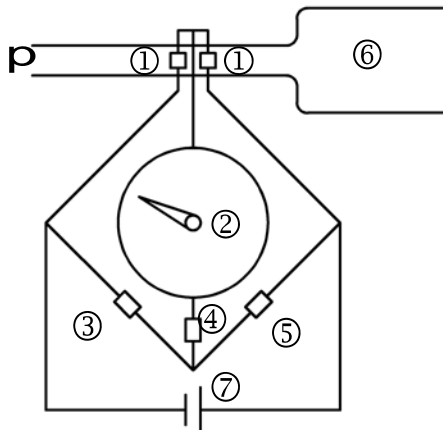
Attention : Anneaux de corde avec anneau rond ou ovale ? Pour les anciens planeurs (Standard-Libelle, Cirrus) équipés des crochets SP avec largage latéral des anneaux ronds ne sont pas autorisés.

Essai de crochet OK?

20.11.1 Variomètre électrique, ordinateur de bord

Le variomètre électrique offre beaucoup d'avantages :

- indications rapides et efficaces
- plages d'indications interchangeables
- couplage avec un indicateur acoustique

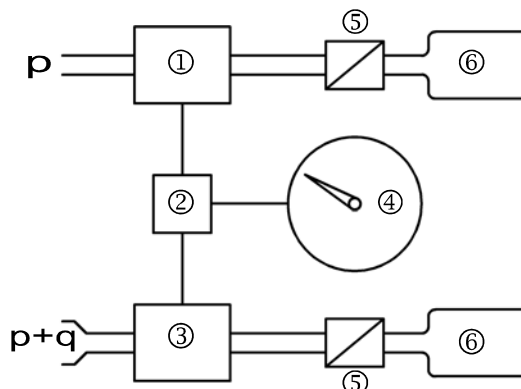


Ce variomètre électrique mesure la différence de température entre le courant d'air de la pression statique et celle de la boîte de compensation lorsque cet air entre ou sort. La résistance produite reporte une indication positive ou négative.

p pression statique

- 1 résistance selon température
- 2 indicateur
- 3 résistance fixe
- 4 réglage de la résistance 0
- 5 résistance pour plage de mesure
- 6 boîte de compensation
- 7 batterie

Compensation électrique



Deux variomètres électriques différents mais branchés mesurent la variation entre la pression statique et la pression totale. Des résistances comparées précises et un variomètre renforcé donne une compensation de l'énergie totale très précise. (TEK).

- 1 variomètre électrique I
- 2 variomètre électrique II
- 3 compensateur électrique / calculateur
- 4 indicateur
- 5 résistance
- 6 boîte de compensation

Le développement du variomètre compensé électrique a donné naissance à l'ordinateur de bord. En liaison avec un récepteur GPS, il est possible d'obtenir toujours plus d'informations :

programmation des routes, mesures des routes avec calculateur d'arrivée, vitesse moyenne de croisière pour chaque tronçon de route, fonction d'urgence (aérodrome le plus proche), heure exacte, carnet de vol, altimètre, vitesse corrigée en fonction de l'altitude, calcul du vent, statistique, mesure de la température, indicateur de charge de la batterie, etc.

Le maniement de l'ordinateur de bord doit être **absolument** entraîné au sol de manière à ce que l'observation de l'espace aérien en vol ne soit pas négligé.

20.11.2 Influence de l'altitude sur la vitesse maximale autorisée Vne

Les indicateurs de vitesse sont calés sur l'atmosphère standard : au niveau de la mer pression de 1013.25 hPa et température de 15°C. Comme la pression mesurée est celle de l'endroit de la mesure, c'est seulement au niveau de la mer que l'indication correspond à la réalité. En conséquence :

Plus l'altitude est élevée, plus la pression atmosphérique est petite et plus la pression effective est petite. Avec l'augmentation de l'altitude, l'indicateur de vitesse donne une indication plus petite : la vitesse indiquée (IAS=Indicated Air Speed) est plus petite que la vitesse vraie (TAS=True Air Speed). Dans le manuel de vol on trouve la table correspondante :

Vitesse maximale autorisée Vne:

IAS (vitesse indiquée)	altitude
270 km/h	du niveau de la mer à 2000 m MSL
257 km/h	de 2000 m MSL à 3000 m MSL
244 km/h	de 3000 m MSL à 4000 m MSL
219 km/h	de 4000 m MSL à 6000 m MSL
195 km/h	de 6000 m MSL à 8000 m MSL
173 km/h	de 8000 m MSL à 10000 m MSL

Avec l'augmentation de l'altitude, la densité de l'air diminue et la portance aussi. La vitesse minimale indiquée (IAS) ne change pas avec l'altitude, par contre la vitesse minimale vraie (TAS) augmente. La vitesse maximale autorisée (TAS) ne doit par conséquent pas être dépassée car la mollesse des gouvernes ne diminue pas en fonction de la densité de l'air mais par contre augmente en fonction de la minceur de l'air.

Mollesse des gouvernes :

Les ailerons doivent être statiquement compensés pour que le débattement reste dans les tolérances lors d'un virage autour de l'axe transversal. Cette prescription est nécessaire pour que lors d'un mouvement de l'aile, l'aileron suive et ne fasse pas un mouvement séparé. Le flottement dangereux des ailes se manifeste toujours en fonction du mouvement séparé de l'aileron.

20.11.3 Ballast (eau)

Pour obtenir une meilleure vitesse de croisière, de nombreux planeurs peuvent augmenter la charge alaire avec de l'eau (ballast). Il est néanmoins important de rester dans les valeurs limites du centrage (AFM graphique de centrage). Il faut s'assurer que le centre de gravité se situe dans les limites de la plage autorisée.

Exemple :

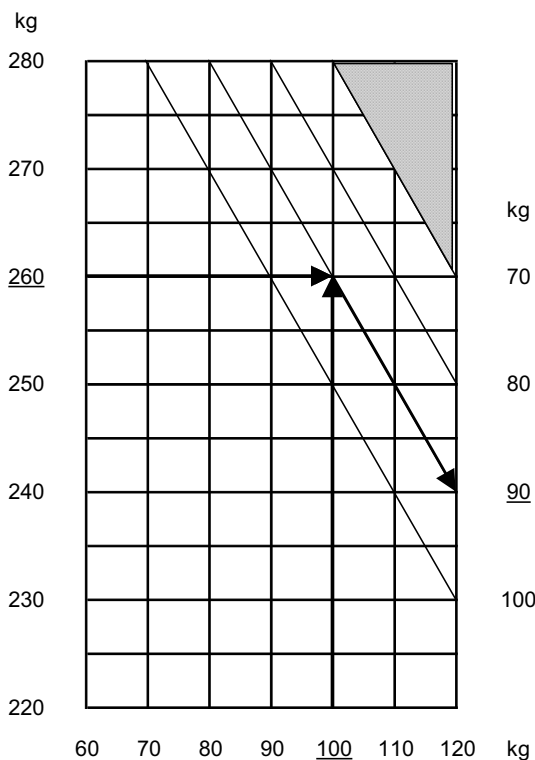
Plan de chargement :

Siège (pilote et parachute):	min. 70 kg, max. 110 kg
Chargement du ballast d'eau:	120 kg
Poids maximal autorisé :	sans ballast d'eau 370 kg
	avec ballast d'eau 460 kg
Poids à vide (selon la dernière pesée)	260 kg
Chargement de bagages (indépendant de la charge du siège):	max. 15 kg

Calcul:

poids maximal autorisé avec ballast d'eau	460 kg
- chargement :	pilote 85 kg + parachute 8 kg + bagages 7 kg = 100 kg
- poids à vide :	<u>-260 kg</u>
ballast d'eau :	90 kg

Dans de nombreux manuels de vol, on trouve un diagramme comme plan de chargement pour déterminer le ballast d'eau possible (nouvel exemple):



à gauche: poids à vide 260 kg

en bas: chargement 100 kg

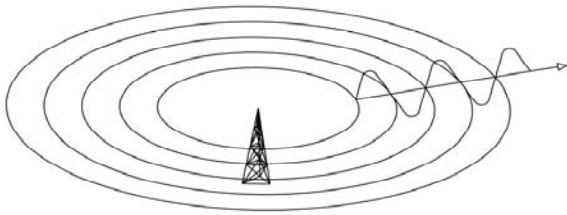
à droite : ballast d'eau 90 kg

hachuré : plage non autorisée

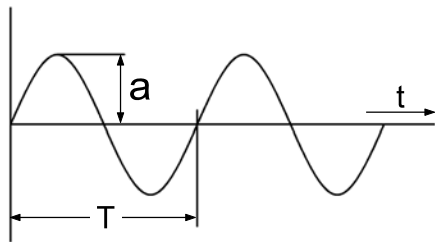
Attention :

Lorsque la température extérieure baisse, à partir de +5°C le levier de largage d'eau doit être actionné de manière à éviter que l'eau du ballast gèle.

20.12.1 Radio, propagation des ondes électromagnétiques



A l'aide de la technique de la radio, des informations peuvent être obtenues sans fil. Par la production et la propagation des ondes électromagnétiques, il est possible de transmettre des informations sur de longues distances, sans fil.



L'information à transmettre est mise par l'émetteur sur une porteuse (onde) stockée (modulation) et captée par un récepteur (démodulation).

Cette onde (fréquence porteuse) comprend un courbe sinusoïdale:

t = temps, T = période d'une ondulation,

a = amplitude (hauteur de l'ondulation par rapport à la ligne 0.

fréquence f = nombre d'ondulations par seconde (Hertz Hz).

La vitesse de propagation de l'onde correspond à la vitesse de la lumière (environ 300'000 km par seconde). Ainsi cette formule permet de calculer la longueur d'onde (Lambda) :

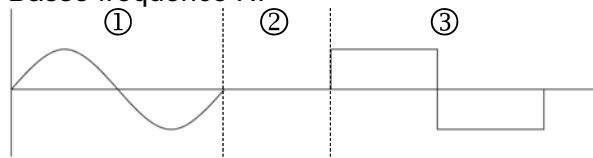
$$\lambda = \frac{300'000'000}{f(\text{Hz})}$$

Les ondes électromagnétiques sont définies selon différentes bandes de fréquences :

Frequenzabschnitt	Wellenbereich	Abkürzung	engl. Bedeutung
30 - 300 kHz	Kilometer (Langwelle)	LF	low frequency
300 - 3000 kHz	Hektometer (Mittelwelle)	MF	medium frequency
3 - 30 MHz	Dekameter (Kurzwellen)	HF	high frequency
30 - 300 MHz	Meter (Ultrakurzwellen)	VHF	very high frequency
300 - 3000 MHz	Dezimeter	UHF	ultra high frequency

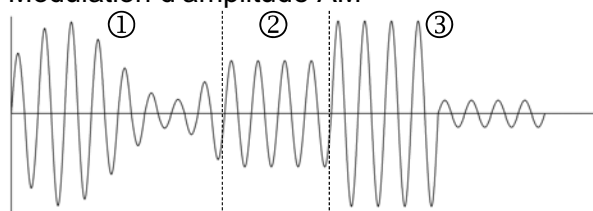
La modulation sur une fréquence porteuse peut être obtenue de deux manières :

Basse fréquence NF



1 analogique 2 nulle 3 digitale

Modulation d'amplitude AM



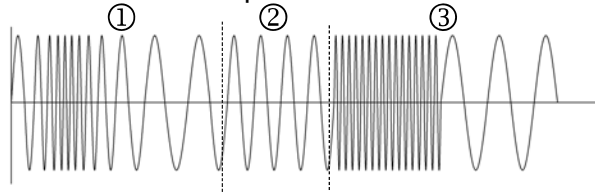
L'amplitude de la fréquence porteuse est modulée.

1 signal analogique sur la fréquence porteuse

2 fréquence porteuse

3 signal digital sur la fréquence porteuse
utilisation : HF et VHF radio dans le trafic aérien

Modulation de fréquence FM



La fréquence porteuse est modulée en fonction de la fréquence du ton, l'amplitude reste constante.

Signal analogique sur la fréquence porteuse

1 fréquence porteuse

2 signal digital sur la fréquence porteuse

Avantage: moyen de transmission insensible aux perturbations (UKW Radio)

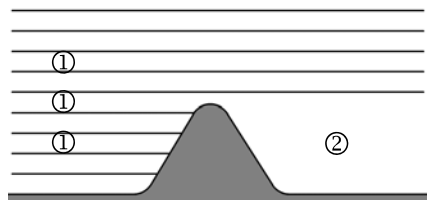
Utilisation: VHF installations de navigation

Les appareils radio utilisés dans le vol à voile, travaillent dans la bande des fréquences ultra courtes entre 118.00 MHz et 137.00 MHz avec un intervalle de fréquence de 25 kHz.

Les ondes ultracourtes se propagent de même manière que la lumière en ligne directe. Par conséquent, la réception n'est pratiquement possible qu'en portée visuelle. La portée est principalement fonction de l'altitude et de la puissance d'émission.

1 ondes ultracourtes

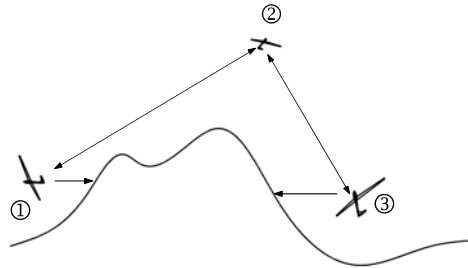
2 ombre radio



Planeur 1 et 2 ont une liaison radio

Planeur 2 et 3 ont une liaison radio

Planeur 1 et 3 n'ont pas de liaison radio



20.12.2 Fonctionnement du GPS

Le GPS (= Global Positioning System, USA) et GLONASS (= Global Navigation Satellite System, Russie) est un système de navigation de portée mondiale. Au début, ce système servait aux besoins militaires mais actuellement il est disponible gratuitement pour l'utilisation civile.

Un tel système comprend des satellites, des unités de contrôles et une unité de l'utilisateur :

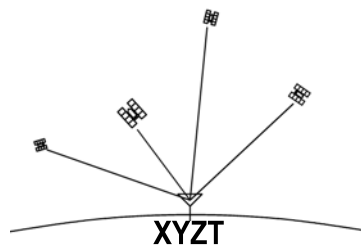
satellites : les 24 GPS sont répartis en 6 voies de 4 satellites, dont les intervalles sont de 60°. La répartition des voies garantit que chaque point de la terre peut recevoir simultanément 5 à 8 satellites. Chaque satellite émet deux signaux : signal 1 sur 1575.42 MHz et signal 2 sur 1227.6 MHz. La puissance d'émission de chaque satellite est inférieure ou égale à 50 Watt.

Unités de contrôle : Des stations au sol réparties sur toute la surface de la terre, surveillent la position des satellites et leur transmettent de nouvelles informations ou des corrections. La station principale de contrôle est située dans Falcon AFB à Colorado Springs.

Unité de l'utilisateur : L'appareil comprend un récepteur GPS avec une antenne et un logiciel. Le récepteur GPS reçoit le signal digital GPS, le decode et calcule une position en 3D, une vitesse et un temps.

Pour rendre impossible l'utilisation de la précision militaire par des organisations ennemies ou terroristes, le signal GPS peut être altéré (erreur de position d'environ 100m).

Principe de fonctionnement : Le récepteur GPS calcule, en permanence, sa propre position en fonction de la durée du signal entre le satellite et le récepteur, avec la hauteur par rapport au niveau de la mer. Pour cela, il faut au moins recevoir l'émission de 4 satellites valables. (XYZT).



Une méthode qui permet de recevoir un signal GPS précis est le DGPS (Differential GPS). Un récepteur GPS positionné sur un lieu précis va rechercher sa propre position à l'aide de son GPS interne en comparant sa propre position (précise et connue) avec la position imprécise transmise par le satellite. Un signal de correction est ensuite transmis par radio. Le signal complémentaire du DGPS permet une navigation au décimètre près.

20.13.1 Montage et démontage du planeur

Le montage et démontage sont décrits dans le manuel de vol AFM. La transition sur un nouveau type de planeur comprend généralement un exercice de montage et démontage.

Le montage d'un planeur doit être normalement exécuté par trois personnes. Deux personnes suffisent pour le montage lorsqu'un support est disponible pour soutenir une aile. Assurer le frein de la remorque, mettre un support sous l'avant et sous l'arrière de la remorque, ouvrir le couvercle.

Sortir la rampe du fuselage, le placer à la bonne hauteur.

Rentrer le fuselage, ne pas soulever par l'empennage et ne pas soulever trop haut pour ne pas être rayé par le couvercle.

Conformément au manuel du LS 6-c:

- 1 Avant de sortir le train veiller à avoir suffisamment de distance par rapport au sol.
- 2 Nettoyer et graisser tous les goujons de montage et leurs emboîtements ainsi que le goujon principal.
- 3 Placer le levier des volets en position 0° ou 5°.
- 4 Rentrer l'aile droite, veiller à la forme V, l'aileron doit être environ en position neutre.
- 5 Rentrer l'aile gauche, veiller à la forme V, l'aileron doit être environ en position neutre.

Attention : Si lors du montage les ailerons sont en bas, le levier de raccordement de l'aileron touche à l'enveloppe et le montage de l'aile n'est pas possible. Ne pas forcer !

Information importante : La construction de l'aileron en sandwich est sensible à la pression et demande d'être manipulé avec précaution.

- 6 Engager les goujons principaux lorsque les œillets des longerons correspondent.
- 7 Assurer les goujons.
- 8 Montage et fixation de la batterie après avoir contrôlé que la charge soit suffisante (voir aussi la plaquette dans le cockpit ou sur la page 6-2/3 de l'AFM).
Raccordement au réseau de bord.
Une batterie sans son propre fusible n'est pas autorisée.
- 9 Contrôle du collage du système de fixation de l'empennage de profondeur.
- 10 Montage de la profondeur et assurage du boulon de sécurité avec la clé de sécurité, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de jeu et que la marque rouge ne soit plus visible.
- 11 Montage de l'antenne de compensation.
- 12 Mettre une bande collante sur la fente entre l'aile et le fuselage sur les parties supérieure et inférieure ainsi que sur l'ouverture de sécurité sur la partie supérieure de l'empennage de profondeur.
- 13 Essai des commandes.

Information importante : La construction de l'aileron en sandwich est sensible à la pression. Il s'agit d'être particulièrement vigilant pour ne pas enfoncer la structure.

Le démontage se fait en sens inverse.

Selon indications du manuel de vol AFM laisser les freins libres ou rentrés.

Rentrer la roue, rentrer le fuselage dans la remorque avec précaution.

Planeur, rampe du fuselage, matériel auxiliaire : assurer dans la remorque

20.13.2 Transport

Le montage et le démontage font partie de la transition sur un nouveau type de planeur.
La conduite avec une remorque n'est pas l'affaire de chacun et nécessite de l'entraînement.
Le véhicule de traction doit être autorisé pour la remorque utilisée.

Précautions à prendre avec la remorque pour le transport :

Planeur correctement démonté et rangé dans la remorque ?
Toutes les parties rangées et assurées ?
Remorque fermée et verrouillée ?
Pression des pneus correcte ?
Poids dans la marge autorisée de la remorque ?
Remorque correctement couplée ?
Cable de frein accroché ?
Essai des feux ?
Freins desserrés ?
Rétroviseur de la voiture correctement réglé ?

Rouler avec une remorque :

Démarrer et freiner prudemment, adapter la vitesse.
Avant un long voyage, on s'entraîne à virer et manoeuvrer sur l'aérodrome ou une place de parc.
Sur l'autoroute tenir une vitesse correcte. Lorsque le train commence à zigzaguer, ne pas contrer mais ralentir.
Conséquemment observer le trafic, un train de remorquage avec une vitesse autorisée de 80 km/h est un obstacle sur l'autoroute.

20.13.3 Contrôle périodique du planeur

Pour mieux comprendre ce thème, quelques extraits de l'ordonnance sur la navigabilité des aéronefs est nécessaire. (ONAE, 748.215.1).

Disposition générale :

Art. 7 L'office établit sur la base d'un examen officiel le certificat de navigabilité ou le certificat de type nécessaires à la certification d'un aéronef ou d'un type d'aéronef.

Dossiers techniques

Art. 19 L'exploitant ou la personne à qui il a confié l'entretien doit tenir à jour un dossier technique pour chaque aéronef ainsi que pour les moteurs et les hélices. En règle générale, ce dossier comprend les documents et indications suivants:

- a. les documents techniques du constructeur exigés par l'office;
- b. les indications sur le montage et le démontage des moteurs, des hélices, des assemblages et des équipements;
- c. les indications sur les travaux d'entretien effectués, avec mention de la date d'exécution et du nombre d'heures d'exploitation et, au besoin, le nombre d'atterrissages ou de cycles;
- d. la confirmation selon laquelle les consignes de navigabilité ont été appliquées (art. 26) ;
- e. les attestations d'entretien;
- f. les contrôles des éléments d'aéronef dont la durée de vie est limitée.

Documents de bord

Art. 22 Les papiers de bord et les documents ci-après doivent se trouver dans chaque aéronef admis à la circulation :

- a. le certificat d'immatriculation;
- b. le certificat de navigabilité avec l'annexe au manuel de vol intitulée «champ d'utilisation»; en outre, pour les avions remorqueurs, le certificat d'aptitude au remorquage;
- c. le certificat de bruit, s'il est prescrit;
- d. l'attestation de l'assurance-responsabilité civile;
- e. la «licence de station d'aéronefs» pour les aéronefs équipés d'installations radioélectriques émettrices et réceptrices;
- f. le manuel de vol;
- g. pour les avions, les hélicoptères et les motoplaneurs: le carnet de route ou un document équivalent, y compris les attestations d'entretien;
- h. pour les avions, les hélicoptères et les motoplaneurs: la liste de contrôle (Check list) publiée par le constructeur ou établie par l'exploitant.

Entretien

Responsabilité de l'exploitant ou de l'exploitante

Art. 23 L'exploitant ou l'exploitante doit assurer l'entretien réglementaire de l'aéronef.

Entretien en général

Entretien suffisant comme condition de la mise en circulation

Art. 24 Sous réserve de l'art. 41, un aéronef ne sera mis en circulation que si:

- a. les travaux d'entretien ont été exécutés de façon réglementaire;
- b. l'entretien annuel minimal fixé par l'office a été exécuté;
- c. à la suite de défaillances techniques, de défauts ou de sollicitations anormales ayant mis en question sa navigabilité, un examen a été effectué par une personne habilitée et a révélé que la navigabilité de l'aéronef n'était pas compromise;
- d. les défauts constatés par l'office ont été corrigés dans le délai imparti;
- e. une attestation d'entretien valable et conforme à l'art. 37 a été établie.

Si les conditions de mise en circulation ne sont plus remplies, l'exploitant doit veiller à ce que les équipages en soient informés.

Principes d'entretien

Art. 25 Les aéronefs et les éléments d'aéronef doivent être entretenus conformément aux documents d'entretien tenus à jour, qui sont nécessaires au maintien de la navigabilité ou de l'aptitude à l'emploi.

Sont en particulier considérés comme des documents d'entretien nécessaires:

- a. les plans d'entretien (Maintenance Review Board Reports/Documents) qui font partie du certificat de type et ont été déclarés applicables par l'office;
- b. les potentiels fixés ou recommandés par le détenteur du certificat de type; l'office peut dans des cas d'espèce fixer des exceptions et des tolérances s'écartant des potentiels (Communication technique, art. 50);;
- c. les programmes d'entretien, les instructions de travail et de réparation ainsi que les fiches de contrôle édictés par le détenteur du certificat de type;
- d. les consignes de navigabilité et les autres instructions de l'office
- e. les programmes d'entretien des entreprises de transport aérien approuvés par l'office

Consignes de navigabilité

Art. 26 L'office peut édicter des consignes de navigabilité ou déclarer obligatoirement applicables des consignes de navigabilité étrangères, afin de maintenir la navigabilité de certains aéronefs ou l'aptitude à l'emploi de certains éléments d'aéronef.

Montage d'éléments d'aéronef

Art. 28 Lors des travaux d'entretien, seuls peuvent être montés les éléments d'aéronef qui sont certifiés pour le type d'aéronef en question et aptes à l'emploi (art. 15 et 18).

Exécution des travaux d'entretien

Art. 34 L'office peut autoriser l'exploitant d'un avion monomoteur à pistons ou d'un aéronef de la catégorie spéciale à exécuter et à attester personnellement certains travaux d'entretien courant sur son aéronef. L'office édicte des directives à ce sujet
Il peut, à titre exceptionnel, autoriser un exploitant selon l'al. 1 à exécuter également certains travaux de gros entretien. Ceux-ci doivent être surveillés et attestés par une entreprise d'entretien, un contrôleur d'aéronefs ou un spécialiste habilités à cet effet.

Attestation d'entretien

Art. 37 A l'issue des travaux d'entretien exécutés sur les aéronefs et les éléments d'aéronef qui y sont montés, spécialement après la réparation des défaillances techniques, des défauts ou des sollicitations anormales, une personne dûment habilitée doit attester l'entretien; pour les avions, les hélicoptères et les motoplaneurs, l'attestation doit en outre être inscrite dans le carnet de route ou dans un document équivalent.

L'attestation d'entretien n'est établie que si les travaux d'entretien ont été exécutés et achevés conformément aux documents déterminants (art. 25) et que seuls des éléments d'aéronef utilisables ont été montés (art. 18 et 28)..

Règlement concernant l'examen des aéronefs (748.215.2)

Etendue de l'examen

Art. 1 L'Office fédéral de l'aviation civile vérifie par des examens si l'aéronef est conforme à l'ordonnance du 8 juillet 1985 concernant l'admission et l'entretien des aéronefs et à celle du 5 octobre 1984 concernant les émissions des aéronefs..
Les examens comprennent

- a. L'examen des preuves de navigabilité et des documents s'y rapportant;
- b. L'examen par sondage de l'état de l'aéronef au sol et en vol.

Genre d'examen

Art.2 Les examens ont lieu sous forme de premiers examens ou d'examens complémentaires:

- a. Les premiers examens comprennent
 - l'examen de type en vue de l'octroi du certificat de type;
 - l'examen partiel de type, après modification d'un type admis
 - l'examen de série (examen de reproduction, examen partiel de reproduction, examen d'entrée) en vue de l'octroi du certificat de navigabilité.
- b. Les examens complémentaires comprennent
 - les examens de l'état destinés à contrôler l'état de l'aéronef à des intervalles périodiques fixés par l'Office fédéral de l'aviation civile;
 - les examens intermédiaires destinés à contrôler l'état de l'aéronef qui sont ordonnés par l'Office fédéral de l'aviation civile entre les examens de l'état ou lors de travaux d'entretien destinés à réparer de graves dommages ou des défauts techniques
 - les examens à l'exportation en vue de contrôler l'état de l'aéronef avant l'exportation.

Transfert de l'examen

Art.5 L'Office fédéral de l'aviation civile peut confier les examens à des organisations appropriées ou faire appel à des experts ou à des organisations appropriées.

Depuis le 8 mai 2002, une convention entre les FSVV et l'OFAC est en vigueur pour la délégation des examens complémentaires de planeurs et de motoplaneurs avec moteur rétractable. L'OFAC a fixé l'intervalle des examens à deux ans. La FSVV a été désignée comme organisation pour l'exécution des examens périodiques selon les directives de l'OFAC.

20.13.4 Influence de l'humidité

Dans le manuel de vol et le manuel d'entretien des différents types de planeurs sont contenus des recommandations importantes sur l'influence des dégâts dus à l'humidité ainsi qu'aux rayons du soleil. La non observation de ces prescriptions pour l'entretien conduit inévitablement tôt ou tard à des dommages sur les surfaces supérieures.

La prise d'humidité produit une augmentation des ondulations de la surface supérieure qui peuvent conduire à une diminution des performances.

Par le rayonnement des UV, le vernis des surfaces supérieures devient rugueux et ratatiné. En même temps, la lumière UV détériore les parties vernies. Elles deviennent détrempée par une longue période d'humidité (pluie, rosée, lavage trop fréquent avec de l'eau). L'effet combiné de la rugosité, du rétrécissement et le vernis décomposé en craie produit des fissures très fines. La saleté accumulée dans les fissures augmente les dommages au vernis par son agressivité et la forte chaleur produite par l'effet du soleil. Les produits de protection contre l'humidité et les rayons UV contenus dans le vernis ne sont plus efficaces. Les fissures pourront même pénétrer jusque dans la structure de la fibre.



Fissures dans l'aile d'un ASK 21

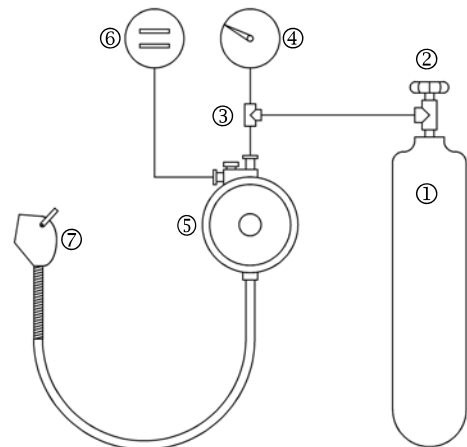
Un bon soin avec de la cire dure peut ralentir la détérioration mais pas complètement l'arrêter. C'est la raison pour laquelle, la pose d'un nouveau vernis est tôt ou tard nécessaire. Avec un entretien et des soins corrects, les fissures ne conduisent pas à des dommages à la structure du planeur. Le plus dangereux est la méconnaissance des altérations de la structure des fibres par l'humidité et les UV sur des fibres non protégées (non vernies).

20.14 Installation à oxygène

Pour des vols au-dessus 4000 m/M il est nécessaire de compenser artificiellement le manque d'oxygène avec l'altitude. A cet effet, la plupart des planeurs de performance sont équipés d'installation à oxygène.

Une installation typique comprend les éléments suivants :

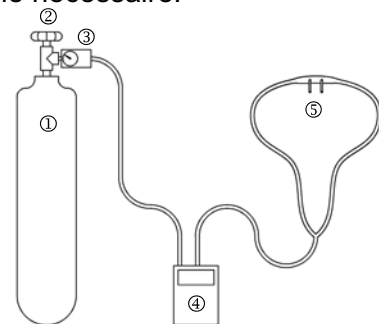
- 1 Bouteille de réserve (autrefois marquée en bleu, aujourd'hui en blanc)
- 2 Vanne de fermeture
- 3 Réducteur
- 4 Manomètre avec indication de réserve installée en vue du pilote
- 5 Régulateur automatique:
le gaz n'est donné que durant l'aspiration, l'oxygène nécessaire est réglé manuellement ou en fonction de la pression barométrique. Sur ces appareils, il est en tout temps possible d'obtenir aussi longtemps que voulu de l'oxygène pur, en légère surpression, en manoeuvrant un levier ou pressant sur un bouton. Au-dessus de 8000 m seul de l'oxygène pur est distribué.
- 6 Indicateur d'aspiration d'oxygène placé aussi dans le champ de vision du pilote indique lors de l'aspiration la bonne distribution d'oxygène.
- 7 Masque d'aspiration avec tuyau



Les appareils à flux continu sont des installations simples de distribution d'oxygène. Ceux-ci distribuent en continu 100% d'oxygène. Avec un bouton de régulation, le flux est enclenché. Sur une échelle les l/min ou la hauteur par rapport à la mer sont indiqués. Ces installations comprennent une bouteille de réserve, un réducteur de pression avec manomètre, un régulateur de flux, un tuyau de raccordement et un masque simple. Avec l'aide d'un sac, l'oxygène distribué durant l'expiration est retenu et récupéré lors de l'inspiration. Il faut absolument respecter les prescriptions d'altitude émises par le constructeur.

Depuis peu, on prend conscience qu'il est significatif de prendre de l'oxygène beaucoup plus tôt que prescrit. Un nouvel appareil facilement transportable en provenance des USA répond au nom d'EDS (Electronic oxygen Delivery System). Le système digital EDS-D1 avec la technologie „Pulse-Demand“ est un appareil pour une personne qui optimise au mieux et économiquement l'alimentation de l'organisme avec l'oxygène nécessaire.

- 1 Bouteille de réserve (autrefois marquée en bleu, aujourd'hui en blanc)
- 2 Vanne de fermeture
- 3 Réducteur avec manomètre (indicateur de réserve)
- 4 Boîtier de commande EDS (distribution en fonction de l'altitude)
- 5 Canule (ou masque)



Bibliographie sommaire

Loi sur la navigation aérienne
Chancellerie fédérale 2003

Fritz Bigler, Le planeur
Office fédéral de l'air 1977

Winfried Kassera, Flug ohne Motor
Motorbuch Verlag
1. Auflage 1971
15. Auflage 2000

Helmut Reichmann, « La course en planeur »
Motorbuch Verlag
5. édition 1982

Dieter Maier, Segelfliegen
Nymphenburger Verlagshandlung
2. édition 1982

August Hug, Segelfliegen
Hallwag 1967

Rolladen-Schneider, Manuel de vol et d'entretien du LS6-c

Fa. Alexander Schleicher GmbH & Co.
Directive d'entretien du constructeur de planeur concernant les fissures